

AMBIENTE DE APRENDIZAJE ESTRUCTURADO EN ACTIVIDADES CIENTÍFICAS COMO PRETEXTO PARA LA PROGRESIÓN EN LA COMPLEJIDAD DE PENSAMIENTO DE ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA

JUDITH MORENO SARMIENTO¹

*El conocimiento científico no puede ofrecernos más que
una limitada ventana al universo.*

ILYA PRIGOGINE

Enseñanza de la Química en el ámbito escolar

En el contexto escolar la enseñanza y aprendizaje de la Química se ha venido abordando de manera independiente. Basta con ver algunos de los planes de estudio o algunos libros de texto de la disciplina para corroborarlo. En los dos casos se han limitado a proporcionar de manera escalonada y fragmentada una lista extensa de temáticas que promueven una cobertura superficial de la materia, donde lo primordial es la cantidad de conceptos científicos «trabajados» en detrimento de la calidad con la que se deben abordar. En ambos casos, también, se hace énfasis únicamente en el desarrollo de habilidades algorítmicas que le exigen al estudiante resolver preguntas o problemas y no en el hecho de realizar análisis, críticas, reflexiones y socializaciones sobre ideas y conceptos centrales de la Química (Talanquer, 2009).

1 Docente del Colegio Rafael Uribe Uribe.

Lo anterior se ve reflejado en el inconveniente que se viene presentando en el trabajo académico en el aula, en cuanto al pensamiento que se espera desarrollar en el estudiante. Así, es común que en las clases de Química se propenda por el desarrollo de un estudiante netamente lógico, que promueve el razonamiento deductivo, inductivo o analógico y deja de lado la complejidad de los procesos y su evolución. Por ende, el discente sólo desarrolla habilidades para ordenar, aclarar, interpretar, argumentar, sintetizar e inferir información (De Oliveira & Serra, 2005).

En este orden de ideas, para que este desarrollo y evolución tenga lugar en la escuela, se debe hacer uso de un ambiente de aprendizaje adecuado con una serie de actividades científicas coherentes y contextualizadas que permitan la comunicación y resignificación del conocimiento en el contexto del diálogo, la negociación y la elaboración conjunta de significados. En estos espacios de subjetividad compartida o de intersubjetividad, el profesor y los estudiantes deben participar de manera colaborativa.

Ahora bien, la cuestión principal trata realmente de la capacidad del maestro para diseñar, ejecutar y evaluar diferentes actividades científicas que respondan de manera contextualizada a las necesidades de los estudiantes y la sociedad, para que vayan a la vanguardia con los avances científicos, culturales, tecnológicos y sociales.

Tomando como base lo planteado con anterioridad, en la presente investigación se establece el siguiente problema de estudio: ¿en qué medida la implementación de un ambiente de aprendizaje, basado en actividades científicas, favorece la progresión en la complejidad de pensamiento de un grupo de estudiantes de grado décimo del Colegio Rafael Uribe Uribe, en el contexto temático de la asignatura de Química?

Para dar respuesta al problema citado, se plantea el objetivo general de evaluar en qué medida el ambiente de aprendizaje, estructurado en el diseño e implementación de diferentes actividades científicas, favorece la progresión en la complejidad de pensamiento de un grupo de estudiantes de grado décimo del Colegio Rafael Uribe Uribe.

Para coadyuvar al desarrollo del mencionado objetivo, se plantean los siguientes específicos:

1. Generar un ambiente de aprendizaje basado en la implementación de diferentes actividades científicas en la asignatura de Química, que permita una progresión en la complejidad de pensamiento de estudiantes de grado décimo.
2. Identificar diferentes dimensiones de pensamiento de un grupo de estudiantes de grado décimo, en diferentes etapas del ambiente de aprendizaje, respecto al contexto temático seleccionado.
3. Contribuir a la transformación de las prácticas educativas en la asignatura de Química, mediante la implementación de estrategias innovadoras que permitan generar conocimiento y fortalecer los procesos de aprendizaje en los estudiantes.

Las actividades científicas en el ámbito escolar y la progresión en la complejidad de pensamiento

Los saberes de la complejidad ofrecen una nueva visión de las ciencias, en la cual estas ya no funcionan como mecanismo de control sino de participación, actuación y aprovechamiento de la complejidad misma, rompiendo con la óptica tradicional de objetividad y ausencia del observador. Además, la complejidad de la naturaleza depende directamente de la presencia e influencia de sistemas vivos, los cuales actúan de manera sorpresiva y paralela en ella, no de manera serial y secuencial, como se pensaba desde siglos atrás. Estas ciencias se interesan más en la explicación del sistema o del fenómeno y en la forma de accionar de este más que en la predicción, y en el establecimiento de tiempos posibles, de escenarios futuros y de dinámicas probables, no solamente en la ciencia real y actual (Maldonado, 2005).

Teniendo en cuenta los argumentos anteriores, desde la perspectiva de las ciencias de la complejidad, el aula y el estudiante, al igual que su pensamiento, son un sistema abierto y complejo, el cual se caracteriza porque es difícil de manejar debido a las múltiples imprecisiones, vacíos, incertidumbres, falta de linealidad, sorpresas, ausencia de control local e inestabilidades que se presentan en su interior. En síntesis, las aulas, los estudiantes, los maestros y los acontecimientos que en ellos ocurren, son dinámicos, presentan movimientos impredecibles, irregulares y variables (Maldonado & Gómez, 2011).

Cabe aclarar que en esta investigación no se asume la noción de pensamiento complejo, puesto que este concepto es limitado y simplifica la rigurosidad del conocimiento, así como reduce la diversidad del mundo a la ciencia tradicional. En el presente trabajo se considera la creciente complejidad del individuo, del conocimiento, de la naturaleza y de la vida desde la óptica de las ciencias de la complejidad. Por tal motivo, se asume la noción de pensamiento multidimensional constituido por cuatro dimensiones específicas de pensamiento: lógico, creativo, crítico y deliberativo.

La bibliografía revisada de los últimos cinco años revela algunos estudios relacionados, de manera general e independiente, sobre ciencias de la complejidad y educación. No obstante, se evidencia el escaso trabajo que se ha realizado en torno a la educación y las ciencias de la complejidad. De cualquier forma las publicaciones analizadas denotan la preocupación de profesores y de investigadores por esta poca relevancia y por las falencias que presentan los estudiantes en estos contextos de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, en 2010, León & Prado publican los resultados obtenidos al implementar una unidad dinámica no lineal de aprendizaje en un grupo de estudiantes de secundaria de la ciudad de Bogotá, en el cual a través de estructuras moleculares promueven el desarrollo del pensamiento de los jóvenes, aumentando la complejidad de su red conceptual en conocimientos químicos particulares. Este estudio, al estar inscrito en el marco de las ciencias de la complejidad, sirvió de base para la presente investigación al promover el desarrollo y aplicación de las ciencias de la complejidad en la enseñanza y aprendizaje de la Química, diseñando e implementando ambientes de aprendizaje, con múltiples

actividades científicas, para promover una progresión de complejidad de pensamiento en estudiantes de grado décimo.

Ahora bien, en el año 2003, France, de la Garza, Slade, Lafortune, Pallascio & Mongeau pusieron en marcha un proyecto de aula para desarrollar el pensamiento dialógico crítico en un grupo de estudiantes mexicanos, australianos y canadienses con edades que oscilaban entre los diez y doce años en la asignatura de Matemáticas. En este estudio encontraron que los jóvenes cuando tienen experiencia en la metodología de trabajo son capaces de realizar un intercambio dialógico crítico en esta área de conocimiento. La metodología utilizada en este trabajo sirvió como aporte para la presente investigación, puesto que en el aula de clases es pertinente estudiar las producciones de los estudiantes para verificar sus falencias y avances en la producción de conocimientos, sin hacer distinción de qué área de conocimiento lo esté aplicando. El estudio de France *et al.* brinda herramientas básicas para el desarrollo de una dimensión de pensamiento específico en otras áreas del conocimiento, por tanto, en la presente investigación se aborda el desarrollo de actividades científicas que promueven la progresión en la complejidad de pensamiento en la asignatura de Química.

Si bien elementos de los anteriores estudios orientaron la investigación, aun así son muy pocos los trabajos que se han desarrollado en esta línea, y menos todavía los desarrollados para la asignatura de Química. Es por eso que en esta experiencia se implementa una nueva estrategia con los estudiantes ya mencionados, basada en procesos dialógicos que coadyuven a la comprensión y el aprendizaje de diversas actividades científicas en la asignatura de Química. Esto con el objetivo de suscitar en los estudiantes una progresión en la complejidad de su pensamiento, para que, como lo menciona Izquierdo (2005), desarrollen su capacidad analítica, creativa, transformadora, imaginativa, reflexiva y crítica. Esto contribuirá a mejorar su desempeño en un mundo cambiante y necesitado de individuos capaces de resolver con acierto los inconvenientes que se presentan en la cotidianidad. Y contribuirá para que aporten a la reforma social que se busca en estos tiempos: una sociedad más democrática y equitativa. Por otro lado, se busca transformar las prácticas educativas en Química estableciendo estrategias innovadoras donde se genere conocimiento y aprendizaje, permeando el diario académico de la

institución para que las clases sean más dinámicas, despierten el interés científico de los estudiantes y promuevan su papel como protagonistas de su propio aprendizaje.

¿Cómo generar un ambiente de aprendizaje estructurado en actividades científicas en la asignatura de Química?

El enfoque que se trabaja en la presente investigación es cualitativo, y su interés central es comprender la progresión en la complejidad de pensamiento que desarrolla un grupo de estudiantes de grado décimo del Colegio Rafael Uribe Uribe IED, mediante el uso de estrategias narrativas que les permitan comprender diferentes temáticas científicas en la asignatura de Química.

En primera instancia es necesario destacar la importancia de los aportes de la lingüística para la enseñanza, puesto que, mediante el lenguaje, los estudiantes desarrollan sus competencias para hablar, escuchar, leer y escribir sus experiencias y conocimientos con el fin de comunicarse con los demás. La habilidad comunicativa no consiste sólo en transmitir información sino en codificar y decodificar mensajes de acuerdo a los intereses y experiencias de cada sujeto. Cuando un individuo hace uso de la comunicación se está expresando mediante una serie de símbolos que representan su propia experiencia, para lo cual se hace indispensable que tenga claridad de pensamiento y conciencia de sí mismo (Mata, 1991).

Se hace uso de la narrativa puesto que escribir y hablar se configuran como actividades sociales de comunicación, básicas en cualquier situación de enseñanza y aprendizaje. El sentido de escribir tiene sus fundamentos en la facilidad que le presenta a su autor para recordar, retener contenidos de interés, memorizar un procedimiento experimental, copiar o exponer conclusiones, plantear problemas o cuestionamientos, expresar o rebatir opiniones o formular diferentes alternativas para resolver un problema. En otras palabras, la escritura brinda un número interminable de funciones que, al igual que las ofrecidas por el diálogo, permiten el desarrollo evolutivo del proceso educativo. Así mismo se aprovecha

la relación recíproca entre el pensamiento y el lenguaje, pues mientras que el primero precede al segundo, con su evolución hace que las expresiones sean cada vez más elaboradas. A su vez, el lenguaje hace que el pensamiento se vuelva más preciso, lo traduce en palabras y lo comunica (Jorba, Gómez & Prat, 2000), lo cual conlleva a una progresión en la complejidad de pensamiento.

El diseño e implementación de ambientes de aprendizaje se desarrolla desde agosto de 2012 con los diferentes estudiantes de grado décimo que están año tras año en la institución. Estos ambientes vienen estructurando con actividades científicas acordes con los intereses y necesidades de los jóvenes y con los lineamientos curriculares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional para la asignatura de Química.

Los resultados que se especifican en el presente artículo provienen de los que se obtuvieron y analizaron durante el año 2013, con una muestra intencionada de 35 estudiantes de grado décimo, con edades entre los 15 y 17 años, pertenecientes a estratos socioeconómicos 2 y 3 en la localidad de Tunjuelito de Bogotá.

Como lo plantea Bisquerra (2009), debido a los objetivos y variables de la presente investigación, se hace improbable la predicción y generalización para todos los estudiantes, pues la adecuación e implementación de un ambiente de aprendizaje estructurado en actividades científicas causa efectos inusitados e imprevisibles, difíciles de controlar en cada uno de los estudiantes. Esto en algunos casos dificulta la medición, cuantificación y comparación de una manera tradicional; por lo tanto, se explica el desarrollo de un grupo específico de estudiantes que permite comprender fenómenos, procesos y situaciones presentes en su progresión de complejidad de pensamiento.

Las actividades científicas se desarrollaron durante todo el año escolar y tuvieron como escenarios principales el aula de clases, la huerta, el jardín y el oasis escolar, el laboratorio de química, la sala de informática, la sala de proyecciones y un lugar de acceso personal a redes informáticas (por ejemplo, las casas de los estudiantes).

Los instrumentos que se utilizaron para el desarrollo de la investigación son los resultados obtenidos durante las prácticas de laboratorio, escritos, narraciones y mapas mentales realizados por los estudiantes en los diferentes momentos de trabajo del ambiente de aprendizaje. Mediante estos fue posible analizar la progresión de complejidad de pensamiento de los discentes en cada una de las actividades. Los instrumentos narrativos se rigen por la matriz de análisis construida y ajustada para este ambiente de aprendizaje en Química, tomando como base los cuadros desarrollados por France *et al.* (2003), que ilustran el proceso cognoscitivo y epistemológico observado en su investigación alrededor del desarrollo del pensamiento dialógico crítico del grupo objeto de estudio. La matriz elaborada describe las dimensiones de pensamiento lógico, deliberativo, creativo y crítico en los cinco niveles de complejidad establecidos para la categorización de las narraciones realizadas por los estudiantes en esta investigación.

También, se han venido analizando los mapas mentales construidos por los estudiantes teniendo en cuenta la representación gráfica, la estructura, organización y comprensión del núcleo temático de los mismos.

Por otra parte, el ambiente de aprendizaje ha girado en torno a las actividades científicas que describe la siguiente tabla:

Tabla 1. Actividades científicas desarrolladas en la asignatura de Química

AÑO	TEMÁTICA CENTRAL	ACTIVIDAD CIENTÍFICA	EVIDENCIA
2012	Algunas propiedades del suelo	Determinación de heterótrofos. Determinación de porosidad, humedad y materia orgánica.	Anexo 3: http://cienciade-mente.blogspot.com/p/experien.html
2013	Fertilidad del suelo	Programa guía de actividades.	Anexo 4: http://cienciade-mente.blogspot.com/p/experien.html

AÑO	TEMÁTICA CENTRAL	ACTIVIDAD CIENTÍFICA	EVIDENCIA
2014	Experimentos científicos	Pasta de dientes para elefantes, gelatiarte, bolas saltarinas, tatuajes, air bag casero, jardín químico, moco magnético.	Anexo 5: http://cienciade-mente.blogspot.com/p/experien.html
2015	Criminalística y gastronomía molecular	La Gymkhana, perdidos en la Nieve, Sherlock Holmes. Gastronomía molecular.	Anexo 6: http://cienciade-mente.blogspot.com/p/proyectos-quimica.html

Avances en la comprensión de complejidad de pensamiento de los estudiantes de grado décimo

En este trabajo de investigación se estudia la progresión de la complejidad de pensamiento de estudiantes de grado décimo, realizando un seguimiento de la construcción de mapas mentales y de los textos elaborados por ellos mismos en cada una de las actividades del ambiente de aprendizaje desarrolladas en la asignatura de Química. Los resultados son producto del análisis cualitativo e inductivo de las narraciones de los estudiantes, realizadas por estos antes, durante y después de diversas interacciones con ellos mismos, con el objeto de estudio, con el profesor y con el ambiente de aprendizaje. Estos escritos están caracterizados por contenidos explícitos e inmersos en su discurso, producto de la experimentación en el ambiente de aprendizaje desarrollado en el año 2013 alrededor del análisis de la incidencia de las propiedades del suelo sobre su fertilidad.

De manera general y después de analizar los diversos instrumentos, se puede afirmar, en primera instancia, que los individuos utilizan, en un contexto dado, dimensiones específicas de pensamiento que les permiten interactuar en un determinado momento entre ellos mismos, con el objeto de conocimiento o con el ambiente de aprendizaje. En algunos casos, estas dimensiones de pensamiento llevaron al estudiante a la apropiación de conceptos y a establecer una posición crítica frente a él; en otras, la enajenación tuvo cabida, y dio paso al continuo fluir de conocimientos sin

significado para ellos y así, a la falta de participación de los estudiantes o a su ausencia durante el trabajo.

En segunda instancia, los jóvenes entablaron distintos tipos de diálogo, pues los intercambios entre ellos fueron de variado nivel, debido a los procesos de pensamiento individual y a la experiencia particular. Por ello, se dieron diversos niveles en las distintas dimensiones de pensamiento, siendo este intercambio el que marcó la progresión en el proceso de complejidad de pensamiento de cada estudiante. En dicho proceso iniciaban con una focalización individual en el punto de vista propio, para luego compartir y comprender los enfoques de los demás, para ponerlos en discusión, confrontarlos grupalmente y de este modo autocorregir o afianzar las visiones y significaciones propias de cada discente. En los niveles más altos de complejidad, los educandos se orientaron por el intercambio y negociación de significados, lo cual generó un diálogo crítico.

En las narraciones escritas, los estudiantes evidenciaron diferentes niveles de complejidad de pensamiento, ya que sus planteamientos y afirmaciones están subsumidas en las diferentes dimensiones de pensamiento de un determinado nivel de complejidad. Así mismo, algunas de las manifestaciones comunes que se presentaron en dichos escritos fueron: dar ejemplos, realizar preguntas entre ellos mismos o al profesor, proponer soluciones y contextos que ayudaran a resolver el cuestionamiento solicitado en cada instrumento. En lo particular, los estudiantes evidenciaron de manera general el uso de varias dimensiones de pensamiento, pero a medida que se avanzaba en el ambiente de aprendizaje alcanzaron en sus narraciones niveles altos de complejidad (3 y 4). A continuación se presentan los escritos del estudiante 4 al iniciar y finalizar las actividades de aprendizaje, al igual que los respectivos análisis en cuanto a nivel de complejidad alcanzado.

El estudiante 4, al iniciar la investigación, realiza su primer escrito correspondiente al primer instrumento, siguiendo un enfoque lógico con niveles de complejidad 2 y 3. En los dos primeros párrafos manifiesta, de una manera medianamente justificada, la relación de la observación con una explicación sencilla, haciendo uso de argumentos encontrados en otras fuentes expertas de referencia:

El suelo es la primera base que tiene una planta para germinar, pero este debe tener ciertas ayudas como la humedad, aquella que le ofrece a la semilla oxígeno e hidratación.

Cuando esta planta realiza su proceso de fotosíntesis es necesario que el suelo tenga las bases necesarias para nutrirla, con ayuda de la descomposición de materiales orgánicos que permiten generar nutrientes para el suelo y en la planta en sí.

Mientras que el tercer párrafo lo escribe haciendo uso de explicaciones sencillas desde su punto de vista y sin un argumento sólido:

En el proceso de descomposición se genera el humus el cual está conformado por hongos y pequeñas bacterias estas generan ácidos los cuales ayudan a nutrir el suelo y esto beneficiará a la planta y su crecimiento.

**COLEGIO RAFAEL URIBE URIBE IED
PRUEBA I FASE DE INICIO
QUÍMICA DÉCIMO
2013**

NOMBRE: María Alejandra Díaz Forero **FECHA:** 22/03/2013

Teniendo en cuenta la opinión de todo el grupo de trabajo elaboren un escrito que esté relacionado con lo que se solicita en cada punto.

1. Realicen un escrito en el cual se incluyan descriptivamente las siguientes palabras: suelo, descomposición, humedad, materiales orgánicos, humus, bacterias, hongos ácidos y bases.

R/ El suelo es la primera base que tiene una planta para germinar, pero este debe tener ciertas ayudas como la humedad, es aquella que le ofrece a la semilla oxígeno e hidratación.

Cuando esta planta realiza su proceso de fotosíntesis es necesario que el suelo tenga las bases necesarias para nutrirla, con ayuda de la descomposición de materiales orgánicos que permiten generar nutrientes para el suelo y en la planta en sí.

En el proceso de descomposición se genera el humus el cual está conformado por hongos y pequeñas bacterias estas generan ácidos los cuales ayudan a nutrir el suelo y esto beneficiará a la planta y su crecimiento.

Imagen 1. Escrito de la estudiante 4 al iniciar las actividades del ambiente de aprendizaje

COLEGIO RAFAEL URIBE URIBE IED
PRUEBA IV FASE DE RETROALIMENTACIÓN
QUÍMICA DÉCIMO
2013

NOMBRE: MARIA ALEJANDRA DIAZ RIVERA FECHA: 09-03-2013

Teniendo en cuenta lo trabajado en las diferentes fases realice un escrito que explique lo que se enuncia en el siguiente apartado.

1. La incidencia que tienen las propiedades fisicoquímicas y bioorgánicas del suelo sobre la fertilidad del suelo y el crecimiento de plantas de lechuga.

La incidencia de las propiedades físicas las cuales son las que podemos apreciar con nuestros sentidos como vista y tacto, podemos describirlas como características fundamentales sobre la fertilidad del suelo y estas son: La porosidad, la cual depende de la cantidad y tamaño de las partículas del suelo. Esta propiedad física se relaciona con la humedad y permeabilidad, con la primera en la forma en que el suelo absorbe y retiene el agua y con la segunda en que determina si el agua recorre el espacio entre partículas o no la absorbe, también dependiendo de la humedad puede variar su textura volviéndola arenosa, arcillosa o franco; al mismo tiempo teniendo en cuenta su color podemos determinar que tipo de suelo es basándonos en el humus y en la materia orgánica que posee.

Todas estas características conforman la consistencia del suelo, la que determina que tan moleable puede ser y una última característica física es la densidad la cual determina la masa según el peso, además incluir en el desarrollo de microorganismos como hongos y bacterias, las cuales necesitan favorables condiciones de las características físicas para ellos poder regular el nivel de acidez del suelo, más conocido como Ph.

Reuniendo todas estas propiedades se obtiene un suelo fértil y rico en minerales y nutrientes, el cual incide en el crecimiento de nuestras lechugas o cualquier planta que queramos sembrar.

Imagen 2. Escrito de la estudiante 4 al finalizar las actividades del ambiente de aprendizaje

Ya en este último instrumento, la estudiante hace uso de las dimensiones crítica y creativa con nivel de complejidad de 4 y 3, respectivamente. En el primer párrafo evalúa la pertinencia de los diferentes significados (propios y de terceros) trabajados en el objeto de conocimiento, poniendo de manifiesto sus diferentes realidades y su posición frente a la incidencia sobre su fertilidad de las propiedades fisicoquímicas y bioorgánicas del suelo:

La incidencia de las propiedades físicas las cuales son las que podemos apreciar con nuestros sentidos como vista y tacto, podemos

describirlas como características fundamentales sobre la fertilidad del suelo y esta son: la porosidad, la cual depende de la cercanía y tamaño de las partículas del suelo esta propiedad física se relaciona con la humedad y permeabilidad, con la primera en la forma que el suelo absorbe y retiene el agua y con la segunda en que determina si el agua recorre el espacio entre partículas o no lo absorbe, también dependiendo de la humedad puede variar su textura volviéndola arenosa, arcillosa o franca; al mismo tiempo teniendo en cuenta su color podemos determinar qué tipo de suelo es basándonos en el humus y en la materia orgánica que posee.

En los dos últimos párrafos la estudiante hace uso de la dimensión creativa con un nivel de complejidad de 3, para contextualizar el significado del suceso que se está estudiando, dándole más significación a los conceptos y acontecimientos por medio de relaciones simples:

Todas estas características conforman la consistencia del suelo, lo que determina que tan maleable puede ser y una última característica física es la densidad la cual determina la masa según el peso, además influir en el desarrollo de microorganismos como hongos y bacterias, las cuales necesitan favorables condiciones de las características físicas para ellos poder regular el nivel de acides del suelo, más conocido como Ph.

Reuniendo todas estas propiedades se obtiene un suelo fértil y rico en minerales y nutrientes, el cual incide en el crecimiento de nuestras lechugas o cualquier planta que queramos sembrar.

Este discente, en el transcurso de la investigación, hace uso de las diferentes dimensiones de pensamiento iniciando con la lógica, pasando por la deliberativa y terminando con la crítica y creativa, utilizando los niveles de complejidad 2, 3 y 4 en sus procesos de pensamiento. Se caracteriza por organizar sus razonamientos, ordenar, aclarar, interpretar, sintetizar e inferir información científica relacionada con el objeto de estudio del ambiente de aprendizaje. Se le facilita obtener nuevas ideas a partir de unas ya preexistentes a través del establecimiento de una serie ordenada y precisa de reglas, así como mediante la jerarquización de nuevas resignificaciones que guían las creencias y acciones que le permiten

ser reflexivo, consciente y activo dentro del grupo de trabajo. En el documento se referencia los resultados completos obtenidos por este estudiante y otros participantes de la investigación.

Por otro lado, los resultados obtenidos en la construcción de mapas mentales durante la investigación evidencian la progresión en la complejidad de pensamiento de los estudiantes si se comparan las construcciones iniciales con las finales. A medida que se avanza en el proceso, la representación gráfica, estructura, organización y comprensión del núcleo temático de los mapas mentales evoluciona notablemente. A continuación se muestran algunos casos².



Imagen 3. Mapa mental 1 sobre tatuajes (2014).

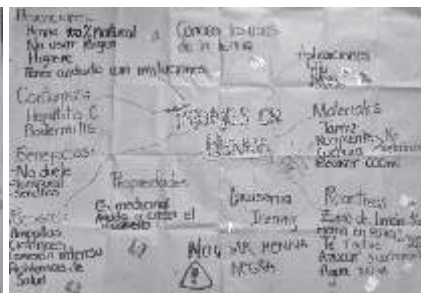


Imagen 4. Mapa mental 2 sobre tatuajes (2014).

Aportes realizados a la progresión en la complejidad de pensamiento y a la enseñanza y aprendizaje de la Química en el ámbito escolar

Las actividades científicas que se han venido trabajando con los jóvenes de grado décimo cobran gran importancia, pues se promueve la interacción dialógica de los educandos, lo cual ha permitido que el estudiante tenga una progresión en su complejidad de pensamiento. Los alumnos se favorecen de una práctica variada e integrada con la experiencia personal e intereses de sus protagonistas, que presenta desafíos y novedades, en la que predomina el trabajo colaborativo que les da la

2 Los demás mapas mentales se encuentran en el blog <http://cienciade-mente.blogspot.com/p/experien.html>

oportunidad de equivocarse y de aprender de los errores. Además, los estudiantes pueden experimentar e intercambiar con otros compañeros y aprovechar su curiosidad. Así mismo, la práctica les permite enriquecer su experiencia, ser conscientes de su accionar en un contexto, dándole resignificación a sus conceptos gracias a los procesos de reflexión y autocorrección, y afianzando sus conocimientos relacionados con el objeto de estudio a nivel teórico, práctico y vivencial.

De la misma manera, los estudiantes a medida que interactúan entre sí, con el objeto de estudio y con el ambiente de aprendizaje, emiten juicios cada vez más elaborados. Al principio surgen únicamente de manera individual, pero a medida que se avanza en el proceso lo hacen de manera grupal, hasta tornarse en un proceso social. En ambos casos, el flujo de información entre las diferentes fuentes y las numerosas interacciones permite que los estudiantes, como primera medida, jerarquicen subjetivamente sus ideas ligándolas a su experiencia, a sus normas y sus emociones particulares, para así ponerlas en consenso con el grupo y tomar las decisiones pertinentes que les ayudan a resolver cada uno de los cuestionamientos realizados, estableciendo una objetividad aproximada de los argumentos presentados.

Finalmente, a partir del análisis de los resultados se puede afirmar que los individuos objeto de estudio tienen sus propios niveles de complejidad y poseen procesos de pensamiento particular y multidimensional. Son sujetos en estado creciente de complejidad; cada uno posee su propia experiencia y ritmo de aprendizaje. Este pensamiento multidimensional se caracteriza por una serie de operaciones mentales que le permiten al discente describir, explicar, definir, justificar y argumentar en química; esto es, realizando afirmaciones desde la perspectiva de las teorías científicas trabajadas en el ambiente de aprendizaje, que le permiten identificar relaciones, establecer variables, entablar y analizar posibles soluciones a las problemáticas planteadas en las actividades.

Referencias

- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: Editorial La Muralla s.A.
- De Oliveira, M., & Serra, P. (2005). La creatividad, el pensamiento crítico y los textos de ciencias. *TARBIYA, revista de investigación e innovación educativa del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación*, No. 36, pp. 59-80.
- France, D., De la Garza, M., Slade, C., Lafortune, L., Pallascio, R., & Mongeau P. (2003). ¿Qué es el pensamiento dialógico crítico? *Revista Perfiles educativos*. Vol. 25, No. 102, pp. 22-39.
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Revista Enseñanza de las ciencias*. Vol. 23, No. 11, pp. 111-122.
- Jorba, J., Gómez, I., & Prat, A. (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Editorial Síntesis.
- León, A., & Prado, L. (2010). «Diseño de una Unidad Dinámica No Lineal de Aprendizaje (UDA)». (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Maldonado, C. (2005). Ciencias de la complejidad: ciencias de los cambios súbitos. *Revista Odeón*, No. 2, pp. 1-47.
- Maldonado, C., & Gómez, N. (2011). *El mundo de las ciencias de la complejidad. Una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Mata, F. (1991). Las ciencias fundamentales de la glotodidáctica. *Revista española de lingüística aplicada*, No. 7, pp. 167-181.
- Talanquer, V. (2009). Química ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos? *Educación Química. Conferencias plenarias*, pp. 220-226.